

Position Postdoctorale « *Electrification : impact sur les matériaux* »

Durée : 1 an ; **Début** : avant fin 2024 ; **Rémunération** : 35k€/a brut (27k€/a net) ; **Employeur** : Centre PERSEE, Mines Paris – PSL ; **Lieu de travail** : Sophia Antipolis, télétravail possible

Prérequis : Ingénieur, Doctorat en Système Electrique ou Modélisation Energétique. Programmation en Python ou Matlab. Une expérience dans la planification du système électrique est considérée un plus.

Candidatures : Téléchargez CV et lettre de motivation dans le formulaire <https://forms.gle/wLGhtifGgwQaiE1f7> . Les candidatures seront analysées au fil de l'eau

Informations : contactez andrea.michiorri@minesparis.psl.eu avec le code [MatElec2023] en sujet

L'employeur : Mines Paris – PSL, une ancienne et prestigieuse Grande Ecole Française. Caractérisée par sa proximité avec l'industrie, elle est la première en France par volume de recherche contractuelle. Membre de l'Université PSL, elle est régulièrement classée entre les meilleurs 50 universités mondiales.

Contexte

Une des conséquences de l'électrification des usages sera une augmentation de la quantité d'énergie électrique transportée et des pointes de consommation. Cela, sommé à une augmentation de la pénétration d'énergies renouvelables, comportera une augmentation de l'importance et de la taille du réseau de transport et distribution d'électricité.

Ce projet vise à 1) évaluer les expansions de réseau à envisager, 2) identifier les potentielles évolutions de technologies pour le transport de l'électricité, 3) estimer les besoins en capacité de stockage associées, 4) et à identifier les enjeux relatifs aux métaux impliqués dans ces technologies. Qu'il s'agisse a) des principaux métaux conducteurs (cuivre et aluminium), b) des terres rares utilisées dans les électroaimants, c) des métaux utilisés dans les systèmes de stockage électrochimiques, ou d) tout autre métal impliqué dans un composant des réseaux électriques.

C'est le thème du projet MatElec financé par l'Institut Carnot des Mines. Le post-doctorant fera partie d'une équipe composée d'experts de l'industrie électrique et minière.

Objectifs scientifiques

Les objectifs du projet peuvent être synthétisés de la manière suivante :

- Quantifier le besoin en matériaux de l'expansion prévue du réseau (lignes, transformateurs, stockages)
- Identifier et proposer des alternatives technologiques qui permettraient a priori de réduire ces besoins, ou de substituer des éléments dont l'approvisionnement pourrait s'avérer problématique par des éléments plus courants et plus facilement accessibles (à titre d'exemples : transformateurs haute fréquence, el-pipes, batteries Na...)
- Une analyse critique des besoins en ressources minérales qui découlent du réseau

Approche – Méthodes

Les travaux s'organiseront en trois étapes majeures.

- 1) La première étape sera une phase d'acquisition des connaissances. Il s'agira pour le PostDoc de se familiariser avec les outils de planification du système électrique et avec les éléments qui le composent (câbles, transformateurs, machines rotatives, stockages), et bien sûr avec le contenu en métaux des différents composants du réseau.
- 2) La deuxième étape visera à évaluer l'impact de l'expansion du réseau, dans des scénarios s'appuyant sur les technologies d'ores et déjà mises en œuvre industriellement. Il faudra développer (ou adapter) un outil de simulation de l'expansion du réseau, définir des scénarios d'évolution future du réseau, et déterminer les besoins futurs des différents types de composants du réseau. Outils et bases de données tel que Matpower ou PyPSA seront utilisés.
- 3) La troisième phase consistera à intégrer l'impact de la mise en œuvre de technologies innovantes, mais aussi des procédures innovantes de planification et d'exploitation du réseau, pour évaluer leur impact sur les contraintes en métaux. Le PostDoc sera naturellement chargé de l'identification des innovations envisageables. Le travail poursuivra finalement sur le même schéma que l'étape précédente.

Résultats attendus

A la fin de la recherche il est attendu une série d'études sur:

- Le besoin en matériaux de l'expansion du réseau en fonction des scénarios
- Le besoin en matériaux de l'expansion du réseau considérant technologies innovantes
- Une analyse critique des besoins envisagés en rapport aux disponibilités et aux dynamiques des marchés des matériaux

PostDoc position « *Electrification : impact on mineral resources* »

Contract length : 1 an ; **Start** : before end 2024 ; **Salary** : 35k€/a gross (27k€ net) ; **Employer** : Centre PERSEE, Mines Paris – PSL ; **Location** : Sophia Antipolis, possible remote working

Candidate : Engineer, PhD in Power Systems or Energy Modelling. Programming in Python or Matlab. An experience in power system planning is considered a plus.

Candidatures : Upload CV and motivation letter in the online form <https://forms.gle/wLGhtifGgwQaiE1f7> . Applications will be analysed on an ongoing basis

Information : please, email to : andrea.michiorri@minesparis.psl.eu, stating the code [MatElec2023] in the subject

The employer: MINES PARIS – PSL is an established, prestigious French engineering school. Characterized by its proximity to industry, it is number one in France by volume of contractual research. A member of PSL University, it regularly ranks among the top 50 universities in the world.

Context and challenges

In the context of reducing greenhouse gas emissions, the electrification of uses represents a fundamental lever. In addition, the development of the circular economy, associated with an objective of reindustrializing France, will also be a source of an increase in carbon-free energy needs. One of the consequences will be an increase in the importance and size of the electricity transmission and distribution network. With the increase in the quantity of electrical energy to be transported, there will be added both higher consumption peaks and the need to accommodate a greater share of renewables, so production is more uncertain.

This project aims to assess the network expansions to be considered, identify the potential evolutions of technologies for the transmission of electricity, estimate the associated storage capacity needs, and identify the issues relating to the metals involved in these technologies, which these are the main conductive metals (copper and aluminium), rare earths used in electromagnets, metals used in electrochemical storage systems, or any other metal involved in a component of electrical networks.

This is the topic of the MatElec project con financed by the Carnot Mines Institute. The PostDoc will in a team composed by experts in the Electric and Mining industry.

Scientific objectives

The project objectives can be summarized as follows:

- quantify the material requirement of the planned expansion of the network (lines, transformers, storages)
- identify and propose technological alternatives which would a priori make it possible to reduce these needs, or to substitute elements whose supply could prove to be problematic by shorter and more easily accessible elements (for example:

high frequency transformers, el-pipes, Na batteries...)

- a critical analysis of the mineral resource needs arising from the network

Methodology

The work will be organized in three major stages.

- 1) The first step will be a knowledge acquisition phase. It will be for the PostDoc to become familiar with the planning tools of the electrical system and with the elements that compose it (cables, transformers, rotating machines, storage), and of course with their metal content.
- 2) The second stage will aim to assess the impact of network expansion, in scenarios based on technologies already implemented industrially. It will be necessary to develop (or adapt) a network expansion simulation tool, define future network evolution scenarios, and determine the future needs of the various types of network components. Tools and databases such as Matpower or PyPSA will be used.
- 3) The third phase will involve integrating the impact of implementing innovative technologies, as well as innovative network planning and operating procedures, in order to assess their impact on metal constraints. The PostDoc will naturally be responsible for identifying possible innovations. In the end, the work will continue along the same lines as the previous stage.

Expected results

At the end of the research it is expected a series of studies on:

- Material requirements for network expansion under different scenarios
- Material requirements for network expansion considering innovative technologies
- A critical analysis of the envisaged needs in relation to the availability and dynamics of the materials markets